

1. MÉCANISME NUMÉRIQUE
(il existe un niveau de détail où nous sommes des machines numériques, c'est-à-dire des programmes)

2. FONCTIONNALISME
(en changeant des composants d'une machine par d'autres fonctionnellement équivalents, sa nature n'est pas modifiée ; donc mon esprit n'est pas vraiment dépendant de sa réalisation).

3. RÉALISME ARITHMÉTIQUE
(entiers et programmes existent indépendamment du monde physique)

→ La solution du problème du corps et de l'esprit est l'idéalisme, qui sera vérifié par notre réussite à déduire la physique de la théorie de la calculabilité.

5. Si l'on admet les trois prémisses de Bruno Marchal, on obtient une nouvelle théorie philosophique et une conception révolutionnaire de la physique. Si l'on pense que la conclusion est invraisemblable,

alors il faut renoncer à l'une des hypothèses au moins. Nombreux sont ceux qui renoncent au mécanisme, mais peut-être que le réalisme arithmétique est l'hypothèse qui doit être abandonnée.

riel, la physique n'est-elle pas une illusion? Dit autrement, la physique pourrait-elle se déduire de l'existence des machines numériques? La physique peut-elle être élaborée purement logiquement à partir de l'étude de la théorie de la calculabilité?

DUALISME, MATÉRIALISME ET IDÉALISME

B. Marchal défend que cette idée doit être examinée et se fixe le projet de retrouver les lois de la physique par l'étude de la théorie de la calculabilité. Il a déjà obtenu quelques résultats. Avant de les évoquer, je vais situer la conception globale qu'il envisage en la comparant aux théories plus classiques portant sur ce qu'on appelle le problème du corps et de l'esprit.

Très schématiquement, on distingue le *dualisme*, le *matérialisme*, et l'*idéisme*. Le *dualisme* défend que l'esprit et la matière existent et entretiennent des relations l'un avec l'autre. La communication entre les deux mondes est une énigme délicate qui a conduit Descartes (qui soutenait un point de vue dualiste) à proposer qu'elle se faisait grâce à la glande pinéale. Des versions modernes du dualisme ont récemment été défendues par le prix Nobel de médecine 1963 John Eccles, qui propose une théorie fondée sur la possibilité de certains «mécanismes quantiques dans les vésicules du réseau présynaptique des cellules pyramidales du cortex».

Pour des raisons de simplicité et pour éviter le délicat problème de l'interaction entre la matière et l'esprit, le *matérialisme* propose de se débarrasser de l'esprit en décrétant que seule existe vraiment la matière. Dans les versions modernes, le mot *matière* est remplacé par les concepts de particules ou de champs. L'esprit, pour un matérialiste, n'est qu'une illusion ou se ramène à son support physique. Cette conception est celle majoritairement défendue aujourd'hui, car elle semble plus économique en nombre d'entités de base que le dualisme et donc satisfait mieux au principe

du rasoir d'Occam, qui veut qu'en cas de doute, on doive toujours donner la préférence à l'option la plus simple.

Une autre conception satisfait au principe du rasoir d'Occam l'*idéisme* : seul l'esprit existe, la matière n'étant qu'une illusion. À partir du mécanisme, B. Marchal tombe sur un *idéisme*. Son *idéisme* est toutefois très spécial, puisqu'il admet comme élément de base, non pas une substance spirituelle vague et toute-puissante, mais l'univers des *machines numériques abstraites*, qui ne sont qu'un type d'objets mathématiques. Pour cet idéalisme, ce qui existe avant tout, c'est une catégorie complexe d'objets mathématiques, et tout se construit à partir de là.

Bien évidemment, la solution de B. Marchal est inattendue, choquante, et ceux qui ont fait l'effort de l'écouter ou de le lire ont rarement réussi à le suivre, tant les deux conceptions dominantes d'aujourd'hui que sont le *dualisme* et le *matérialisme* occupent le terrain et masquent les autres alternatives.

Heureusement sa conception est susceptible d'être testée ou attestée (je n'ose dire prouvée!) : si l'on réussit à déduire la physique de la théorie des machines numériques, la conception de B. Marchal devra certainement être prise au sérieux, quel que soit l'étonnement qu'elle provoque au premier abord. Un premier pas a peut-être été franchi dans cette direction. Pour B. Marchal, la théorie de la calculabilité doit servir de base à une reconstruction de la physique. C'est une théorie non triviale (elle se construit sur l'arithmétique, qui est loin de l'être), dont certaines parties développées pour approfondir la compréhension des théorèmes d'incomplétude de Gödel explicitent ce qu'une machine peut connaître d'elle-même sans se tromper, c'est-à-dire en restant non contradictoire. Cette *logique de la prouvabilité* développée pour comprendre mieux le sens des résultats de Gödel peut être vue comme une *logique des êtres conscients*. B. Marchal en a élaboré une version nouvelle qui semble s'adapter au point de vue qu'il

défend et qui constitue l'apport technique et mathématique de son travail, indépendamment de son interprétation philosophique.

Un point remarquable est que la logique qu'il a développée ressemble à une autre logique qui avait été proposée par G. Birkhoff et J. von Neumann pour rendre compte des observables de la mécanique quantique.

Cette coïncidence doit-elle être interprétée comme le début de la réalisation du programme de reconstruction de la physique par la théorie de la calculabilité? Il est trop tôt pour le dire. Cependant, si c'est le cas, alors cela signifie que la conception philosophique générale qu'envisage B. Marchal doit être examinée avec attention. En explorant avec détermination les conséquences de l'hypothèse du *mécanisme numérique*, B. Marchal a ouvert un champ de recherche nouveau qui, si l'on réussit à y progresser, remettra en cause nos conceptions philosophiques du corps et de l'esprit.

Jean-Paul DELAHAYE est directeur adjoint du Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille du CNRS.

e-mail : delahaye@lilfl.fr

B. MARCHAL, *Informatique théorique et philosophie de l'esprit*, Actes du Colloque de l'Association sur la recherche en cognisciences, Toulouse, 1988.

B. MARCHAL, *Mechanism and Personal Identity*, in *Proceedings of WOCFAI, World Conference on the Fundamental of Artificial Intelligence*, sous la direction de M. De Glas et D. Gabbay, Paris, 1991.

B. MARCHAL, *Des fondements théoriques pour l'intelligence artificielle et la philosophie de l'esprit*, *Revue internationale de philosophie*, 172, 1990.

B. MARCHAL, *Calcul, physique et cognition*, Rapport de recherche, LIFL, 1997.

T. MAUDLIN, *Computation and Consciousness*, in *The Journal of Philosophy*, pp. 407-432, 1989.

Écrans à cristaux liquides

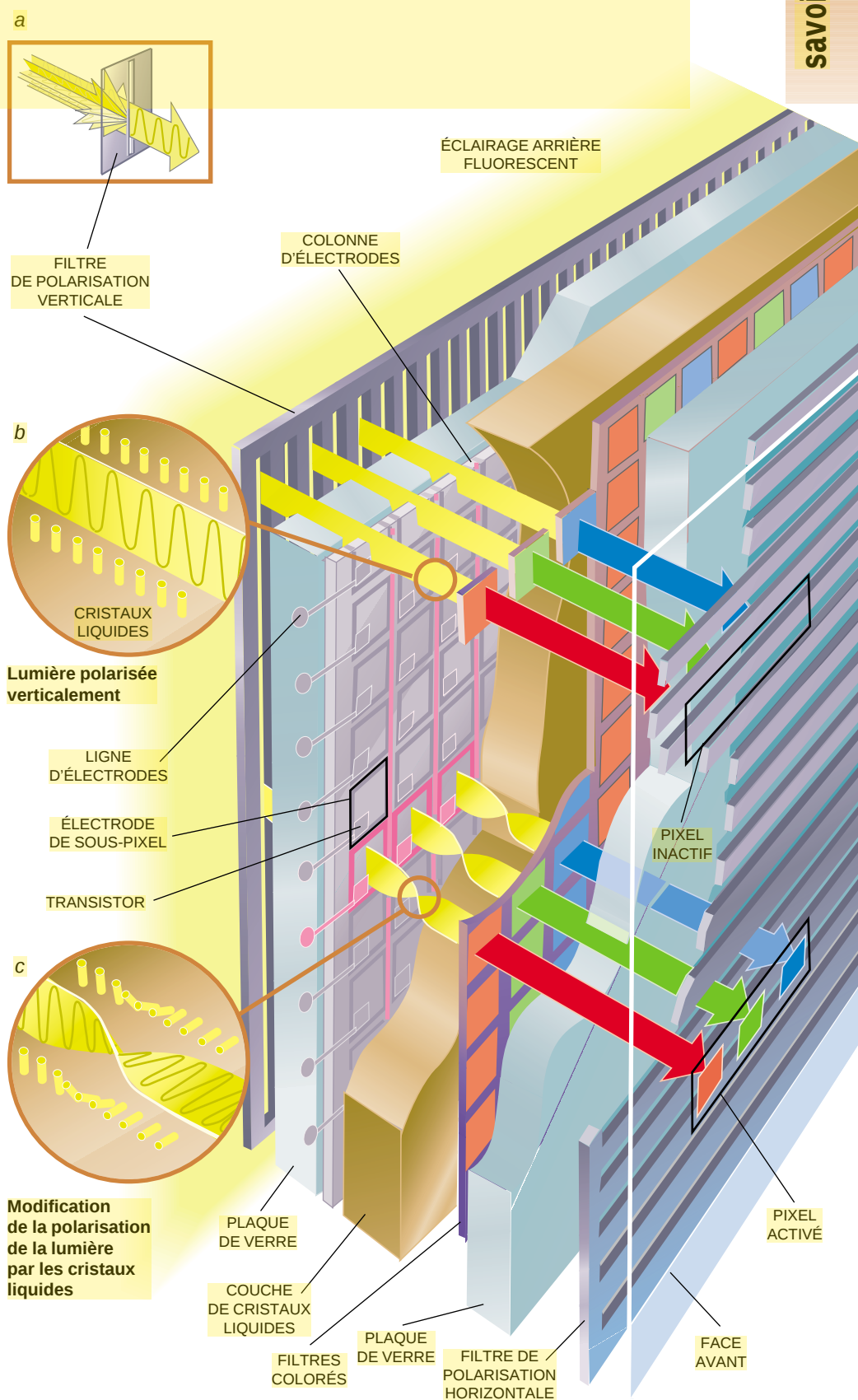
Des écrans à cristaux liquides de bonne qualité équipent aujourd'hui tous les ordinateurs portables. Les cristaux liquides sont utilisés comme de petits interrupteurs qui allument ou éteignent des unités élémentaires de l'image nommées pixels. Ces matériaux possèdent deux propriétés utiles à cette fin : ils sont transparents, mais ils peuvent modifier la polarisation de la lumière (l'orientation du champ électrique de l'onde) qui les traverse ; en outre, l'alignement des molécules de cristaux liquides et leurs propriétés polarisantes sont modifiables par application d'un champ électrique.

Un écran est formé de plusieurs couches, emprisonnées entre deux plaques de verre : un film mince, transparent, qui porte de minuscules électrodes, est en contact avec une couche de cristaux liquides. La taille des électrodes définit celle des pixels. Les faces externes des plaques de verre portent elles-mêmes des filtres polarisants, orientés à 90 degrés l'un par rapport à l'autre. Les écrans couleur contiennent en outre des filtres colorés dans les trois couleurs fondamentales (rouge, vert et bleu), découpés en sous-pixels : la combinaison de trois sous-pixels forme un pixel.

La lumière émise à l'arrière de l'écran, par fluorescence, est filtrée une première fois : seules les ondes dont le plan de polarisation est vertical pénètrent dans l'écran (a). La lumière qui traverse un sous-pixel «éteint» reste polarisée verticalement (b) : elle est absorbée par le filtre polariseur de la face avant, et le pixel reste sombre sur l'écran. En revanche, la polarisation de la lumière qui traverse un sous-pixel «allumé», où une orientation est imposée aux molécules de cristaux liquides, est modifiée : cette lumière traverse la face avant de l'écran (c).

L'allumage des sous-pixels du réseau est réalisé ligne par ligne. En même temps qu'un potentiel est appliqué à une ligne, un logiciel détermine quels potentiels doivent être appliqués aux colonnes où les sous-pixels doivent être allumés. À l'intersection d'une ligne et d'une colonne activées, un champ électrique qui commande l'orientation des molécules de cristaux liquides est créé par l'intermédiaire d'un transistor. L'activation successive des 1 280 lignes d'un écran requiert entre 16 et 33 millisecondes. On améliorera la qualité des images en augmentant la densité des pixels et en accélérant l'activation des lignes.

Samuel MUSA, Université du Michigan



Philosophie

Dieu face à la science

Claude Allègre. Éditions Fayard.

Aussi peu éclairé par un discours pontifical, qui me dit que j'ai une âme et la dois à Dieu, que par un lauréat du prix Nobel qui raconte que le Big Bang a engendré l'Univers à partir de moins d'une once de matière, j'ai abordé cette lecture caparaçonnée d'un double scepticisme. Ma critique interpellera, avant l'auteur, le ministre en exercice : j'ai la crainte qu'il ne touche avec cet essai qu'un très faible public étudiant. Pourquoi ? Parce que l'histoire des sciences et des idées reste une discipline marginale dans les universités scientifiques françaises ; à titre d'exemple, on peut dire que l'étudiant de biologie qui a lu ce grimoire de 1859 *L'origine des espèces* est l'exception.

Plus triste : je me souviens avoir proposé, dans une de ces réunions universitaires accouchée de nos soixante-huitardes années, qu'il *pourrait* être envisagé que les cours de français des DEUG scientifiques *pourraient* être avantageusement remplacés par une unité de valeur «Épistémologie». La levée de boucliers dans l'assemblée fut immédiate : «Mais si un tel programme est adopté, il faudra faire appel aux enseignants d'en face (ceux de la Faculté des Lettres)!»

Claude Allègre ministre pourra-t-il instiller dans les nouveaux programmes ce minimum d'épistémologie que devraient maîtriser les jeunes esprits, sans pour autant que cette «nouvelle» matière vienne plomber les cursus ? La requête est plus qu'osée ; elle est hasardeuse. Car, alors, quels enseignements supprimer ? Qui priver de ses rituels et hebdomadaires bachotages ? Formons et appelons dans l'urgence une Commission compétente qui traitera de l'affaire ; voilà la plus sûre réponse.

Si j'ai ainsi entamé cette recension, c'est parce qu'il m'apparaît que, pour exposer les non-raisons de ces conflits entre prêtres et savants nés d'une cohabitation fiévreuse au point d'allumer des bûchers, l'auteur fait tenir la vedette à cette histoire des sciences si négligée en France. Certains diront qu'il a le résumé sommaire ; en 200

pages, l'entreprise était une gageure, et l'accent n'est mis que sur quelques moments forts de ces polémiques : procès de Galilée, négation des propositions de Hutton, puis de celles de Darwin, par exemple. Il constate aussi que les sciences dites dures ont donné lieu à moins d'opposition entre les deux communautés, sans doute parce que les lois physiques et chimiques sont parées de dessous mathématiques.

Les conflits n'ont éclaté que lorsque les hommes de science nous ont appris que le Cosmos, la Vie étaient en constante évolution, et qu'il n'y avait pas de place pour Dieu dans leurs hypothèses, comme Laplace le répondait à Napoléon. De fait, prêtres et savants contribuent tous, avec des moyens différents, à aider les hommes à surmon-

ter, ce n'est un secret pour personne, est loin de refluer, et il ne sévit pas que dans des contrées lointaines : l'épouse présidentielle du plus puissant pays du monde avoue qu'elle a l'habitude d'interroger les mânes d'Eleanor Roosevelt pour prendre conseil ; des hommes politiques les plus haut placés fréquentent des astrologues ; et des centaines de milliers de personnes adhèrent à des sectes, pour certaines aussi criminelles au Guyana que dans les Alpes bien françaises.

Pour répondre aux angoisses légitimes des hommes, aux mages et intégristes de tout poil il faut préférer les avis des scientifiques, les seuls à même d'apporter les réponses très concrètes qui permettent de nous situer dans l'Univers et dans le temps. La religion est affaire de croyance ; prêtres et théologiens offrent de leur côté un champ de réflexion autre, mais tout aussi riche.

En exposant quelques-uns des moments où l'on vit s'opposer scientifiques et religieux, Cl. Allègre illustre l' inanité de leurs querelles.

En plusieurs occasions, on peut lui reprocher de jeter un regard au «futur antérieur» sur ces conflits, ce qui lui fait, avec d'autres d'ailleurs, reprocher des «erreurs» à Descartes, par exemple. Je crois qu'il est préférable de juger les écrits de nos prédécesseurs à l'aune des connaissances de leur temps pour bien mesurer en quoi ils ont innové.

C'est certes une tâche difficile, ne serait-ce que par les pièges que tendent les mots.

Ainsi, lorsque Cuvier parle de «Révolutions du Globe», il paraît évident qu'il conçoit que ces manifestations sont catastrophiques ; son contemporain Lamarck utilise le même mot, mais lui pour décrire des successions de modifications somme toute graduelles. Si, dans ce cas précis, on peut analyser les intentions différentes des deux savants grâce à un contexte qui laisse peu de place au doute, en d'autres occasions l'erreur est possible, et parfois consommée.

La description de ces luttes d'influence entre les deux élites qui ont souhaité et souhaitent encore guider les hommes montre aussi qu'il en est résulté un enrichissement mutuel, et qu'au fil du temps le contrat de tolérance entre gens d'église et de science est de mieux en mieux respecté. C'est en tous les cas la principale leçon qui nous est donnée.

Jean-Louis HARTENBERGER



Pierre Simon de Laplace supposa que le Système solaire résultait d'une condensation de nébuleuse : Dieu n'y était pour rien.

ter leurs angoisses. Les uns expliquent l'Univers et son fonctionnement, les autres font appel à la force supranaturelle qui l'a voulu.

Pour l'auteur, ce sont là des champs d'étude et de réflexion différents, et, en cela, le message de Cl. Allègre est d'inspiration thomiste. Mieux, il propose une alliance entre les deux communautés pour combattre les partisans d'une lecture littérale des Livres : ces adeptes fondamentalistes-crétionnistes empoisonnent des millions de vies, et pas seulement celles de leurs adeptes. Car l'obscurantisme en cette fin de